



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-168621

(43)Date of publication of application : 22.06.1999

(51)Int.Cl.

H04N 1/387

G06T 3/40

H04N 9/79

(21)Application number : 09-332733

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 03.12.1997

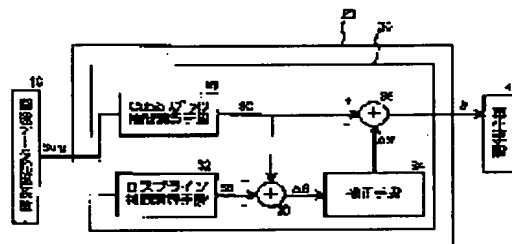
(72)Inventor : SAKAIDA HIDEYUKI

## (54) METHOD AND SYSTEM FOR IMAGE DATA INTERPOLATION

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To magnify or reduce image data through interpolation by partly changing the sharpness of the image data.

SOLUTION: A cubic spline interpolation operating means 31 and a B-spline interpolation operating means 32 obtains interpolation signal SC, SB from original image data Sorg received by an interpolation arithmetic unit 30. An adder means 33 obtains a difference signal  $\Delta S$  of the interpolation signals SC, CB and a correction means 34 corrects the difference signal  $\Delta S$  to obtain a correction signal  $\Delta S'$ . An adder means 35 subtracts the correction signal  $\Delta S'$  from the interpolation signal SC to obtain interpolation image data S'. A reproduction means 40 receives the interpolation image data S' and reproduces the data into a visible image.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.09.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-19815

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 09.10.2003

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

[0025] With taking the mentioned circumstances into consideration, the object of the present invention is to provide a method and system for image data interpolation capable of magnifying or reducing image through interpolation by partly changing the sharpness of the image.

[Means for Solving the Problems]

[0026] A first method for image data interpolation according to the present invention is the method for interpolating original image data presenting an image to thereby find out interpolation image data with different intervals from the original image data. The first method is characterized by the steps of: calculating quantity presenting the sharpness of the original image data by interpolation operation on the basis of first and second interpolation techniques with different sharpness from each other for the original image data; calculating interpolation image data by interpolation operation on the basis of a third interpolation technique; and correcting the interpolation image data on the basis of the characteristic quantity to thereby obtain final interpolation image data.

[0027] As for the first and second interpolation techniques with different sharpness from each other, it is preferable that the interpolation technique corresponding to an image with low sharpness is B-spline interpolation technique and that the interpolation technique corresponding to an image with higher sharpness is Cubic-spline interpolation technique. This is because first differential coefficients are sequential when

combining both the techniques.

[0028] The image data interpolation technique according to the present invention is not limited to the combination of the techniques. It is also possible to apply various interpolation techniques such as B-spline interpolation technique, Cubic-spline interpolation technique, linear interpolation technique, Lagrange interpolation technique or to optionally combine two of these interpolation operation functions.

[0029] Calculating of the characteristic quantity or interpolation image data does not necessarily need finding out either as the calculation result using arithmetic expressions. For example, when executing the image data interpolation technique according to the present invention in a computer, such a calculation includes physical calculations such as writing the calculated characteristic quantity and interpolation image data into a memory of the computer

[0030] It is preferable to use these interpolation techniques as the third interpolation technique and particularly to use any of the first and second interpolation techniques as the third interpolation technique.

[0031] It is preferable to calculate the characteristic quantity by calculating the differential value between interpolation image data obtained by the interpolation operation on the basis of the first interpolation technique for the original image data and interpolation image data obtained by the interpolation operation on the basis of the second interpolation technique for the original image data.

[0032] It is also possible to calculate the characteristic quantity by: calculating a differential interpolation coefficient as the difference between an interpolation coefficient by the first interpolation technique and an interpolation coefficient by the second interpolation technique; and calculating the differential interpolation image data by interpolation operation on the basis of the differential interpolation coefficient for the original image data.

[0033] A second method for image data interpolation according to the present invention is the method which applies the first method for image data interpolation according to the present invention particularly to color image. The second method which interpolates original image data carrying a color image to find out interpolation image data with different interval from the original image data is characterized by the steps of: converting R, G, B color signals carrying the original image data into sharpness signals and color difference signals carrying the original image data; calculating interpolating signals on the basis of the first method for image data interpolation according to the present invention for the sharpness signal; calculating interpolation color difference signals with attaching greater importance to stability for the color difference signal; and converting the interpolation sharpness signals and the interpolation color difference signals into the R, G, B color signals to thereby obtain interpolation image data consisting of the R, G, B color signals provided by the conversion.

[0050] The image reproduction system of this embodiment not only outputs interpolation image data  $S'$  but also reproduces the interpolation image as being enlarged from the original image by expanding the arrangement interval of the interpolation image data  $S'$  so as to be the same as the arrangement interval of the original image data  $S_{org}$ .

[0051] A correction means 34 calculates a correction signal  $\Delta S'$  on the basis of the value of a difference signal  $\Delta S$  as the difference between the interpolation signal  $SC$  and the interpolation signal  $SB$ , and more particularly the correction means 34 calculates the correction signal  $\Delta S'$  on the basis of a correction function as shown in FIG.2. That is, when the absolute value of the difference signal  $\Delta S$  is smaller than  $S_1$ , the value of the difference signal  $\Delta S$  is the value of the difference signal  $\Delta S'$  as it is ( $\Delta S = \Delta S'$ ), and the absolute value of the correction signal  $\Delta S'$  is lowered as the absolute value of the difference signal  $\Delta S'$  becomes larger than  $S_1$ , and when the absolute value exceeds a constant value, the value of the correction signal is 0.

[0052] Since the interpolation signal  $SC$  is calculated according to the mentioned Cubic-spline interpolation technique, the interpolation signal  $SC$  is a signal for reproducing a sharp image with relatively high sharpness, and since the interpolation signal  $SB$  is calculated according to the mentioned B-spline interpolation technique, the interpolation signal  $SB$  is a signal for reproducing a smooth

H11-168621

image with relatively low sharpness. Accordingly, the difference signal  $\Delta S$  as the difference value between the interpolation signal SC and the interpolation signal SB becomes larger at a portion with high sharpness such as an edge part in the image and becomes smaller at a smooth portion in the image. Thereby, by correcting the difference signal  $\Delta S$  by the correction means 34 according to the correction function as shown in FIG. 2, the correction signal  $\Delta S'$  is 0 or at a low value at a portion with high sharpness in the image and is at a larger value than the portion with high sharpness at the smooth portion in the image.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-168621

(13) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) IntCl<sup>6</sup>

H04N 1/387

G06T 3/40

H04N 9/79

識別記号

101

F I

H04N 1/387

G06F 15/66

H04N 9/79

101

355D

G

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-332733

(22) 出願日 平成9年(1997)12月3日

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中滑210番地

(72) 発明者 境田 英之

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

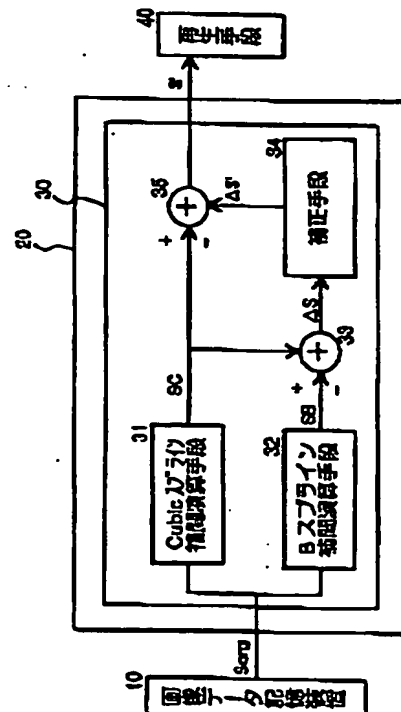
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像データ補間方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 画像データ補間方法および装置において、画像の鮮鋭度を部分的に変更して補間拡大および縮小を行う。

【解決手段】 補間演算装置30に入力された原画像データ  $S_{org}$  について、Cubic スプライン補間演算手段31およびBスプライン補間演算手段32により、補間信号  $S_C$ 、 $S_B$  を得る。加算手段33により補間信号  $S_C$ 、 $S_B$  の差分信号  $\Delta S$  を得、補正手段34において差分信号  $\Delta S$  を補正して補正信号  $\Delta S'$  を得る。補正信号  $\Delta S'$  は加算手段35において補間信号  $S_C$  から減算され、これにより補間画像データ  $S'$  を得る。補間画像データ  $S'$  は再生手段40に入力され、可視像として再生される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を表す原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求める画像データ補間方法において、

前記原画像データに対して、互いに鮮鋭度の異なる第1および第2の補間法に基づく補間演算を施して前記原画像データの鮮鋭度を表す特徴量を算出し、

前記原画像データに対して、第3の補間法に基づく補間演算を施して補間画像データを算出し、

該補間画像データを前記特徴量に基づいて補正して、最終的な補間画像データを得ることを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項2】 前記互いに鮮鋭度の異なる第1および第2の補間法のうち一方がBスプライン補間法、他方がCubic スプライン補間法であることを特徴とする請求項1記載の画像データ補間方法。

【請求項3】 前記第3の補間法が、前記第1および第2の補間法のいずれか一方であることを特徴とする請求項1または2記載の画像データ補間方法。

【請求項4】 前記特徴量の算出を、前記原画像データに対して前記第1の補間法に基づく補間演算を施すことにより得られる補間画像データと、前記原画像データに対して前記第2の補間法に基づく補間演算を施すことにより得られる補間画像データとの差分値を算出することにより行うことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の画像データ補間方法。

【請求項5】 前記特徴量の算出を、前記第1の補間法による補間係数と前記第2の補間法による補間係数との差である差分補間係数を算出し、前記原画像データに対して前記差分補間係数に基づいて補間演算を施して差分補間画像データを算出することにより行うことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の画像データ補間方法。

【請求項6】 カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求める画像データ補間方法において、  
前記原画像データを担持するR、G、Bの色信号を、前記原画像データを担持する輝度信号および色差信号に変換し、  
前記輝度信号について請求項1から5のいずれか1項記載の画像データ補間方法に基づいて補間輝度信号を算出し、  
前記色差信号について安定度重視で補間色差信号を算出し、  
前記補間輝度信号および補間色差信号をR、G、Bの色信号に変換し、該変換して得られたR、G、Bの色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とする画像データ補間方法。

【請求項7】 画像を表す原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求める画

像データ補間装置において、

前記原画像データに対して、互いに鮮鋭度の異なる第1および第2の補間法に基づく補間演算を施して前記原画像データの鮮鋭度を表す特徴量を算出する特徴量算出手段と、

前記原画像データに対して、第3の補間法に基づく補間演算を施して補間画像データを算出する補間演算手段と、

該補間画像データを前記特徴量に基づいて補正して、最終的な補間画像データを得る補正手段とを備えたことを特徴とする画像データ補間装置。

【請求項8】 前記互いに鮮鋭度の異なる第1および第2の補間法のうち一方がBスプライン補間法、他方がCubic スプライン補間法であることを特徴とする請求項7記載の画像データ補間装置。

【請求項9】 前記第3の補間法が、前記第1および第2の補間法のいずれか一方であることを特徴とする請求項7または8記載の画像データ補間装置。

【請求項10】 前記特徴量算出手段が、前記原画像データに対して前記第1の補間法に基づく補間演算を施すことにより得られる補間画像データと、前記原画像データに対して前記第2の補間法に基づく補間演算を施すことにより得られる補間画像データとの差である差分値を前記特徴量として算出する手段からなることを特徴とする請求項7から9のいずれか1項記載の画像データ補間装置。

【請求項11】 前記特徴量算出手段が、前記第1の補間法による補間係数と前記第2の補間法による補間係数との差である差分補間係数を算出する手段と、前記原画像データに対して前記差分補間係数に基づいて補間演算を施すことにより得られる差分補間画像データを前記特徴量として算出する手段とからなることを特徴とする請求項7から9のいずれか1項記載の画像データ補間装置。

【請求項12】 カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求める画像データ補間装置において、  
前記原画像データを担持するR、G、Bの色信号を、前記原画像データを担持する輝度信号および色差信号に変換する第1の変換手段と、  
前記輝度信号について請求項1から5のいずれか1項記載の画像データ補間方法に基づいて補間輝度信号を算出する補間輝度信号算出手段と、  
前記色差信号について安定度重視で補間色差信号を算出する補間色差信号算出手段と、  
前記補間輝度信号および補間色差信号をR、G、Bの色信号に変換し、該変換して得られたR、G、Bの色信号からなる補間画像データを得る第2の変換手段とを備えたことを特徴とする画像データ補間装置。

【発明の詳細な説明】



【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像データの補間方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、写真フィルムに記録された画像を光電的に読み取って画像信号を得、この画像信号に適切な画像処理を施した後、画像を再生記録することが種々の分野で行われている。そして、画像信号を得てこの画像信号に基づいて可視画像を再生するシステムにおいて、その可視画像のうち観察対象となる関心領域をより詳細に観察したいとき、その領域を拡大して再生することがある。この場合、拡大して再生に供する画像データの数を原画像に対応した原画像データのデータ数のままで拡大再生したのでは、人の視覚の特性上その拡大画像の鮮鋭度は原画像よりも相対的に低下したものと認識される。このため画像を単に拡大再生しただけでは鮮鋭度が低下して画像の詳細な観察はできない。

【0003】そこで、原画像を読み取って得られた原画像データに対して所定の補間演算を施して原画像データとは異なるデータ数、具体的には拡大再生に際しては原画像データよりも多いデータ数の2次的な画像データである補間画像データを求め、この補間画像データに基づいて可視画像の再生を行うことによって、拡大再生した場合でも画像の鮮鋭度の低下を防止することができる。

【0004】このように画像データに対して補間演算を\*

$$f_1(x) = A_1x^3 + B_1x^2 + C_1x + D_1 \quad (1)$$

Cubic スプライン補間演算においては、スプライン補間関数 $f_1$ は元のサンプル点(画素)を通ることと、その第1階微分係数が各区分間で連続することが必要とされ、これらの条件から下記式(2)～(5)を満たす必要がある

$$f_1(X_1) = Z_1 \quad (2)$$

$$f_1(X_{m1}) = Z_{m1} \quad (3)$$

$$f_1'(X_1) = f_{m1}'(X_1) \quad (4)$$

$$f_1'(X_{m1}) = f_{m1}'(X_{m1}) \quad (5)$$

なお、 $f_1'$ は関数 $f_1$ の第1階微分( $3A_1x^2 + 2B_1x + C_1$ )を表すものである。

※

$$f_1'(X_1) = (Z_{m1} - Z_1) / (X_{m1} - X_1) \quad (6)$$

同様に、画素 $X_{m1}$ における第1階微分係数が、その画素 $X_{m1}$ の前後の画素である $X_1$ と $X_{m2}$ とについて、これらの画像データ $Z_1$ 、 $Z_{m2}$ の勾配( $Z_{m2} -$

$$f_1'(X_{m1}) = (Z_{m2} - Z_1) / (X_{m2} - X_1) \quad (7)$$

ここで、各区分 $X_{m2} \sim X_{m1}$ 、 $X_{m1} \sim X_1$ 、 $X_1 \sim X_{m1}$ 、 $X_{m1} \sim X_{m2}$ の間隔(格子間隔という)を1とし、画素 $X_1$ からの画素 $X_{m1}$ 方向への補間点 $X_t$ の位置を $t$ ( $0 \leq t \leq 1$ )とすれば、式(1)～(7)より、

$$f_1(0) = D_1 = Z_1$$

$$f_1(1) = A_1 + B_1 + C_1 + D_1 = Z_{m1}$$

\* 施す補間演算方法としては従来より種々の方法が提案されているが、一般に3次のスプライン補間関数による方法がよく用いられている。この方法は、デジタル的に得られた原画像データ( $Z_1$ )を各区分ごとに3次関数( $f_1$ )で結び、補間点の設定位置(上記各区分内での設定位置)における $f_1$ の値を補間画像データとするものである。

【0005】このように原画像データを通過する補間演算は、鮮鋭度が比較的高い補間方法であり、例えばCubic スプライン補間演算などが知られている。以下、このCubic スプライン補間演算について具体的に説明する。

【0006】原画像からデジタル的に読み取って得られた連続する画素 $X_{m2}$ 、 $X_{m1-1}$ 、 $X_1$ 、 $X_{m1}$ 、 $X_{m2}$ 、…の画像データ(原画像データ)を図8に示すようにそれぞれ $Z_{m2}$ 、 $Z_{m1-1}$ 、 $Z_1$ 、 $Z_{m1}$ 、 $Z_{m2}$ 、…とする。ここで、3次のスプライン補間関数は、各区分 $X_{m2} \sim X_{m1-1}$ 、 $X_{m1-1} \sim X_1$ 、 $X_1 \sim X_{m1}$ 、 $X_{m1} \sim X_{m2}$ ごとにそれぞれ設定され、各区分に対応するスプライン補間関数を $f_{m2}$ 、 $f_{m1-1}$ 、 $f_1$ 、 $f_{m1}$ とする。この補間関数はいずれも各区分の位置を変数とする3次関数である。

【0007】ここでまず、補間しようとする点(以下、補間点という) $X_t$ が区分 $X_1 \sim X_{m1}$ の範囲にある場合について説明する。なお、区分 $X_1 \sim X_{m1}$ に対応するスプライン補間関数 $f_1$ は下記式(1)で表される。

【0008】

※【0009】ここで、Cubic スプライン補間演算は厳密には第2階微分係数の連続条件を含むが、この第2階微分係数の連続条件によれば演算式が複雑になるため、上述のように簡略化して用いるのが一般的である。

【0010】またCubic スプライン補間演算においては、画素 $X_1$ における第1階微分係数が、その画素 $X_1$ の前後の画素である $X_{m1}$ と $X_{m1}$ とについて、これらの画像データ $Z_{m1}$ 、 $Z_{m1}$ の勾配( $Z_{m1} - Z_{m1}$ ) / ( $X_{m1} - X_{m1-1}$ )に一致することが条件であるから、下記式(6)を満たす必要がある。

【0011】

★ $Z_1$  / ( $X_{m2} - X_1$ )に一致することが条件であるから、下記式(7)を満たす必要がある。

★【0012】

$$f_1'(0) = C_1 = (Z_{m1} - Z_{m1}) / 2$$

$$f_1'(1) = 3A_1 + 2B_1 + C_1 = (Z_{m2} - Z_1) / 2$$

したがって、

$$A_1 = (Z_{m2} - 3Z_{m1} + 3Z_1 - Z_{m1}) / 2$$

$$B_1 = (-Z_{m2} + 4Z_{m1} - 5Z_1 + 2Z_{m1}) / 2$$

$$50 \quad C_1 = (Z_{m1} - Z_{m1}) / 2$$

$D_1 = Z_1$

なお、スプライン補間関数  $f_1(x)$  は上述の通り、 $X = t$  なる変数変換をしているため、

$$Z_1 = f_1(t) = A_1 t^3 + B_1 t^2 + C_1 t + D_1 \quad (8)$$

で表すことができる。ここで上記各係数  $A_1, B_1, C_1, D_1$  を式 (8) に代入すると、

$$Z_1 = \{ (Z_{m2} - 3Z_{m1} + 3Z_1 - Z_{m1}) / 2 \} t^3 + \{ (-Z_{m2} + 4Z_{m1} - 5Z_1 + 2Z_{m1}) / 2 \} t^2 + \{ (Z_{m1} - Z_{m1}) / 2 \} t + Z_1$$

$$Z_1 = \{ (-t^3 + 2t^2 - t) / 2 \} Z_{m1} + \{ (3t^3 - 5t^2 + 2) / 2 \} Z_1 + \{ (-3t^3 + 4t^2 + t) / 2 \} Z_{m1} + \{ (t^3 - t^2) / 2 \} Z_{m2} \quad (9)$$

ここで、原画像データ  $Z_{m1}, Z_1, Z_{m1}, Z_{m2}$  の各係数を補間係数  $c_{m1}, c_1, c_{m1}, c_{m2}$  と称する。すなわち、式 (6) における原画像データ  $Z_{m1}, Z_1, Z_{m1}, Z_{m2}$  にそれぞれ対応する補間係数  $c_{m1}, c_1, c_{m1}, c_{m2}$  は、

$$\begin{aligned} c_{m1} &= (-t^3 + 2t^2 - t) / 2 \\ c_1 &= (3t^3 - 5t^2 + 2) / 2 \\ c_{m1} &= (-3t^3 + 4t^2 + t) / 2 \\ c_{m2} &= (t^3 - t^2) / 2 \end{aligned}$$

となる。

【0014】以上の演算を各区分  $X_{m1} \sim X_{m1}, X_{m1} \sim X_1, X_1 \sim X_{m1}, X_{m1} \sim X_{m2}$  について繰り返すことにより、原画像データの全体について原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めることができる。

【0015】ところで、上記Cubic スプライン補間演算

$$f_1(x) = A_1 x^3 + B_1 x^2 + C_1 x + D_1 \quad (1)$$

において、

$$f_1'(X_1) = f_{m1}'(X_1) \quad (4)$$

$$f_1'(X_{m1}) = f_{m1}'(X_{m1}) \quad (5)$$

$$f_1''(X_1) = f_{m1}''(X_1) \quad (10)$$

$$f_1''(X_{m1}) = f_{m1}''(X_{m1}) \quad (11)$$

が条件となる。但し、画素  $X_1$  における第1階微分係数  $\star$

$$f_1'(X_1) = (Z_{m1} - Z_{m1}) / (X_{m1} - X_{m1}) \quad (6)$$

同様に、画素  $X_{m1}$  における第1階微分係数が、その画素  $X_{m1}$  の前後の画素である  $X_1$  と  $X_{m2}$  について、

これらの画像データ  $Z_1, Z_{m2}$  の勾配  $(Z_{m2} -$

$$f_1'(X_{m1}) = (Z_{m2} - Z_1) / (X_{m2} - X_1) \quad (7)$$

また関数  $f(X)$  は一般に下記式 (12) に示すもので近似される。

$$f(X) = f(0) + f'(0)X + \{ f''(0)/2 \} X^2 \quad (12)$$

ここで、各区分  $X_{m1} \sim X_{m1}, X_{m1} \sim X_1, X_1 \sim X_{m1}, X_{m1} \sim X_{m2}$  の間隔 (格子間隔という) を1とし、画素  $X_1$  からの画素  $X_{m1}$  方向への補間点  $X_0$  の位置を  $t$  ( $0 \leq t \leq 1$ ) とすれば、式 (1)、(4) ~ (7)、(10) ~ (12) より、

$$f_1'(0) = C_1 = (Z_{m1} - Z_{m1}) / 2$$

$$\star f_1(x) = f_1(t)$$

となる。よって、補間点  $X_1$  における補間画像データ  $Z$  は、

※となり、これを画像データ  $Z_{m1}, Z_1, Z_{m1}, Z_{m2}$  について整理すると、下記式 (9) で表すことができる。

【0013】

★は、前述したように元のサンプル点 (画素) を通ることと、その第1階微分係数が各区分間で連続することが必要とされており、鮮鋭度の比較的高いシャープな2次画像 (補間により得られる画像) を再生するための補間画像データを得る補間関数であるが、一方、原画像の濃度変化が緩い部分についての補間演算では鮮鋭度は比較的低いが滑らかな2次画像を再生するのが望ましい。このように鮮鋭度は比較的低いが滑らかな2次画像を再生する補間画像データを得る補間関数としては例えばBスプライン (Bスプライン) 補間演算が知られている。このBスプライン補間演算は、元のサンプル点 (画素) を通ることは必要とされない代わりに、第1階微分係数および第2階微分係数 ( $f''(X)$ ) で表す) が各区分間で連続することが必要とされる。

【0016】すなわち、

★が、その画素  $X_1$  の前後の画素である  $X_{m1}$  と  $X_{m1}$  について、これらの画像データ  $Z_{m1}, Z_{m1}$  の勾配  $(Z_{m1} - Z_{m1}) / (X_{m1} - X_{m1})$  に一致することが条件であるから、下記式 (6) を満たす必要がある。

【0017】

◆  $Z_1 / (X_{m2} - X_1)$  に一致することが条件であるから、下記式 (7) を満たす必要がある。

◆40 【0018】

【0019】

$$50 \quad B_1 = (Z_{m1} - 2Z_1 + Z_{m1}) / 2$$

7

8

$$C_k = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2$$

ここで、 $D_k$ は未知のため、

$$D_k = (D_1 Z_{k+2} + D_2 Z_{k+1} + D_3 Z_k + D_4 Z_{k-1}) / 6$$

とおく。また、スプライン補間関数  $f_k(x)$  は上述の通り、 $X=t$  なる変数変換をしているため、

$$f_k(x) = f_k(t)$$

となる。よって、

$$\begin{aligned} f_k(t) = & \{ (-t^3 + 3t^2 - 3t + D_1) / 6 \} Z_{k+1} \\ & + \{ (3t^3 - 6t^2 + D_2) / 6 \} Z_k \\ & + \{ (-3t^3 + 3t^2 + 3t + D_3) / 6 \} Z_{k-1} \\ & + \{ (t^3 + D_4) / 6 \} Z_{k-2} \end{aligned} \quad (13)$$

ここで、 $t=1$  とおけば、

$$f_k(1) = \{ (D_1 - 1) / 6 \} Z_{k+1} + \{ (D_2 - 3) / 6 \} Z_k + \{ (D_3 + 3) / 6 \} Z_{k-1} + \{ (D_4 + 1) / 6 \} Z_{k-2}$$

$$\begin{aligned} * f_k(t) = & \{ (Z_{k+2} - 3Z_{k+1} + 3Z_k - Z_{k-1}) / 6 \} t^3 \\ & + \{ (Z_{k+1} - 2Z_k + Z_{k-1}) / 2 \} t^2 \\ & + \{ (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2 \} t + \{ (D_1 Z_{k+2} + D_2 Z_{k+1} + D_3 Z_k + D_4 Z_{k-1}) / 6 \} \end{aligned}$$

となり、これを両像データ  $Z_{k+1}$ 、 $Z_k$ 、 $Z_{k-1}$ 、 $Z_{k-2}$  について整理すると、下記式 (13) で表すことができる。

$$* \quad [0020]$$

※次に区間  $X_{k+1} \sim X_{k+2}$  については式 (13) と同様に、下記式 (14) で表すことができる。

$$[0021]$$

※

$$\begin{aligned} f_{k+1}(t) = & \{ (-t^3 + 3t^2 - 3t + D_1) / 6 \} Z_k \\ & + \{ (3t^3 - 6t^2 + D_2) / 6 \} Z_{k+1} \\ & + \{ (-3t^3 + 3t^2 + 3t + D_3) / 6 \} Z_{k+2} \\ & + \{ (t^3 + D_4) / 6 \} Z_{k+3} \end{aligned} \quad (14)$$

ここで、 $t=0$  とおけば、

$$f_{k+1}(0) = (D_1 / 6) Z_k + (D_2 / 6) Z_{k+1} + (D_3 / 6) Z_{k+2} + (D_4 / 6) Z_{k+3}$$

連続性の条件 ( $f_k(1) = f_{k+1}(0)$ )、および各原画像データに対応する係数同士が等しいという条件\*

★により、 $D_1 - 1 = 0$ 、 $D_2 - 3 = D_1$ 、 $D_3 + 3 = D_1$ 、 $D_4 + 1 = D_2$ 、 $D_1 = 0$ 、となり、したがって、 $D_1 = (Z_{k+1} + 4Z_k + Z_{k-1}) / 6$  となる。よって、

$$\begin{aligned} Z_k = f_k(t) = & \{ (-t^3 + 3t^2 - 3t + 1) / 6 \} Z_{k+1} \\ & + \{ (3t^3 - 6t^2 + 4) / 6 \} Z_k \\ & + \{ (-3t^3 + 3t^2 + 3t + 1) / 6 \} Z_{k-1} \\ & + \{ t^3 / 6 \} Z_{k-2} \end{aligned} \quad (15)$$

したがって、原画像データ  $Z_{k+1}$ 、 $Z_k$ 、 $Z_{k-1}$ 、 $Z_{k-2}$  にそれぞれ対応する補間係数  $b_{k+1}$ 、 $b_k$ 、 $b_{k-1}$ 、 $b_{k-2}$  は、

$$b_{k+1} = (-t^3 + 3t^2 - 3t + 1) / 6$$

$$b_k = (3t^3 - 6t^2 + 4) / 6$$

$$b_{k-1} = (-3t^3 + 3t^2 + 3t + 1) / 6$$

$$b_{k-2} = t^3 / 6$$

となる。

【0022】以上の演算を各区間  $X_{k+2} \sim X_{k+1}$ 、 $X_{k+1} \sim X_k$ 、 $X_k \sim X_{k-1}$ 、 $X_{k-1} \sim X_{k-2}$  について繰

り返すことにより、原画像データの全体について原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めることができる。

【0023】このように2次画像(補間画像)を高い鮮鋭度でシャープに再生したい場合は例えばCubic スプライン補間演算を用い、低い鮮鋭度で滑らかに再生したい場合は例えばBスプライン補間演算を用いればよい。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】ところで、人物を被写体とした画像には、人物が着ている服や顔が含まれており、このような画像を拡大する場合には、服の柄などを

高い鮮鋭度でシャープに再生し、顔などの肌色の部分は鮮鋭度を低くして粒状等のノイズを除去し、滑らかに再生したいという要求がある。しかしながら、上述したCubic スプライン補間法やBスプライン補間法を用いて画像を拡大した場合、画像の鮮鋭度を部分的に高したり、画像を部分的に滑らかにしたりすることができないため、シャープネスを犠牲にするかまたはノイズを犠牲にするかを選択する必要があり、両者をともに満たすように画像を拡大することができなかった。

【0025】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、画像の鮮鋭度を部分的に変更して補間拡大および縮小を行うことができる、画像データ補間方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0026】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の両像データ補間方法は、画像を表す原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求める画像データ補間方法において、前記原画像データに対して、互いに鮮鋭度の異なる第1および第2の補間法に基づく補間演算を施して前記原画像データの鮮鋭度を表す特徴量を算出し、前記原画像データに対して、第3の

補間法に基づく補間演算を施して補間画像データを算出し、該補間画像データを前記特徴量に基づいて補正して、最終的な補間画像データを得ることを特徴とするものである。

【0027】ここで、上記互いに鮮鋭度の異なる第1および第2の補間法としては、鮮鋭度の低い画像に対応する補間法をBスプライン補間法、これよりも鮮鋭度の高い画像に対応する補間法をCubic スプライン補間法とするのが望ましい。この両者の組み合わせの場合は、第1階微分係数が連続するからである。

【0028】但し、本発明の画像データ補間方法はこれらの組み合わせに限るものではなく、Bスプライン補間法、Cubic スプライン補間法、線形補間法、Lagrange補間法などの種々の補間法を用いることができ、これらのうちの任意の2つの補間演算関数の組み合わせることができる。

【0029】また、特徴量、補間画像データを算出するとは、必ずしも算術式によりそれぞれを計算結果として求める必要はないものであり、例えばコンピュータにおいて本発明の画像データ補間方法を実施する場合において、算出された特徴量および補間画像データをコンピュータのメモリに書き込むなどの物理的な算出をも含むものである。

【0030】さらに、上記第3の補間法としてこれらの補間法を用いることができ、とくに第3の補間法として前記第1および第2の補間法のいずれか一方とすることが好ましい。

【0031】さらに、前記特徴量の算出を、前記原画像データに対して前記第1の補間法に基づく補間演算を施すことにより得られる補間画像データと、前記原画像データに対して前記第2の補間法に基づく補間演算を施すことにより得られる補間画像データとの差分値を算出することにより行うことが好ましい。

【0032】また、前記特徴量の算出を、前記第1の補間法による補間係数と前記第2の補間法による補間係数との差である差分補間係数を算出し、前記原画像データに対して前記差分補間係数に基づいて補間演算を施して差分補間画像データを算出することにより行うようにしてもよい。

【0033】さらに、本発明による第2の画像データ補間方法は、本発明による第1の画像データ補間方法特にカラー画像に適用したものであり、カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求める画像データ補間方法において、前記原画像データを担持するR、G、Bの色信号を、前記原画像データを担持する輝度信号および色差信号に変換し、前記輝度信号について本発明による第1の画像データ補間方法に基づいて補間輝度信号を算出し、前記色差信号について安定度重視で補間色差信号を算出し、前記補間輝度信号および補間色差信号をR、G、B-

の色信号に変換し、該変換して得られたR、G、Bの色信号からなる補間画像データを得ることを特徴とするものである。

【0034】ここで、安定度重視の補間とは、信号値の連続性を担保する補間であり、例えば上述したBスプライン補間法による補間のことをいうものである。

【0035】本発明による第1の画像データ補間装置は、両像を表す原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求める画像データ補間装置において、前記原画像データに対して、互いに鮮鋭度の異なる第1および第2の補間法に基づく補間演算を施して前記原画像データの鮮鋭度を表す特徴量を算出する特徴量算出手段と、前記原画像データに対して、第3の補間法に基づく補間演算を施して補間画像データを算出する補間演算手段と、該補間画像データを前記特徴量に基づいて補正して、最終的な補間画像データを得る補正手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0036】また、上記互いに鮮鋭度の異なる第1および第2の補間法としては、鮮鋭度の低い画像に対応する補間法をBスプライン補間法、これよりも鮮鋭度の高い画像に対応する補間法をCubic スプライン補間法とするのが望ましいが、これに限定されるものではなく、線形補間法、Lagrange補間法などの種々の補間法を用いることができる。

【0037】また、本発明による第1の画像データ補間装置においては、前記第3の補間法を、前記第1および第2の補間法のいずれか一方とすることが好ましい。

【0038】さらに、前記特徴量算出手段が、前記原画像データに対して前記第1の補間法に基づく補間演算を施すことにより得られる補間画像データと、前記原画像データに対して前記第2の補間法に基づく補間演算を施すことにより得られる補間画像データとの差である差分値を前記特徴量として算出する手段からなることが好ましい。

【0039】また、前記特徴量算出手段が、前記第1の補間法による補間係数と前記第2の補間法による補間係数との差である差分補間係数を算出する手段と、前記原画像データに対して前記差分補間係数に基づいて補間演算を施すことにより得られる差分補間画像データを前記特徴量として算出する手段とからなることが好ましい。

【0040】さらに、本発明による第2の画像データ補間装置は、本発明による第1の画像データ補間方法特にカラー画像に適用したものであり、カラー画像を担持する原画像データを補間して該原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求める画像データ補間装置において、前記原画像データを担持するR、G、Bの色信号を、前記原画像データを担持する輝度信号および色差信号に変換する第1の変換手段と、前記輝度信号について本発明による第1の画像データ補間方法に基づいて補間輝度信号を算出する補間輝度信号算出手段と、前記色差

信号について安定度重視で補間色差信号を算出する補間色差信号算出手段と、前記補間輝度信号および補間色差信号をR、G、Bの色信号に変換し、該変換して得られたR、G、Bの色信号からなる補間画像データを得る第2の変換手段とを備えたことを特徴とするものである。

#### 【0041】

【発明の効果】本発明による画像データ補間方法および装置においては、まず互いに鮮鋭度が異なる第1および第2の補間法に基づいて原画像データに対して補間演算を施して原画像データの鮮鋭度を表す特徴量を算出する。一方で、原画像データに対して第3の補間法に基づく補間演算を施して補間画像データを得る。そして補間画像データの特徴量に基づいて補正して最終的な補間画像データを得る。このように、補間画像データを画像の鮮鋭度に基づく特徴量によって補正することにより、高い鮮鋭度でシャープに再生したい部分については鮮鋭度を強調し、低い鮮鋭度で滑らかに再生したい部分については鮮鋭度を低減することができる。したがって、シャープネスやノイズ低減効果を犠牲にすることなく画像の鮮鋭度を部分的に高くしたり、画像を部分的に滑らかに

#### 【0042】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0043】図1は本発明の第1の実施形態による画像データ補間方法を実施するための補間演算装置30を内包する画像再生システムを示す概略ブロック図である。図1に示すように、第1の実施形態を内包する画像再生システムは、画像を表す画像データを記憶した画像データ記憶装置10と、所定の再生サイズに適合するように画像データ記憶装置10に記憶された原画像データ Sorg (カラー、白黒のいずれでもよい) に対して所定の信号処理を施す画像処理装置20と、画像処理装置20により所定の信号処理が施された補間画像データ S' に基づいて、上記所望の再生サイズの可視画像を再生するCRTやプリ\*

$$Y' = c_{m1} Y_{m1} + c_1 Y_1 + c_{m1} Y_{m1} + c_{m2} Y_{m2} \quad (16)$$

$$c_{m1} = (-t^3 + 2t^2 - t) / 2$$

$$c_1 = (3t^3 - 5t^2 + 2) / 2$$

$$c_{m1} = (-3t^3 + 4t^2 + t) / 2$$

$$c_{m2} = (t^3 - t^2) / 2$$

(但し、 $t$  ( $0 \leq t \leq 1$ ) は格子間隔を1とし、画素X<sub>1</sub>を基準としたときの補間点X<sub>p</sub>の画素X<sub>m1</sub>方向への位置を示す。)

Bスプライン補間演算手段32は、既述のBスプライン補

$$Y' = b_{m1} Y_{m1} + b_1 Y_1 + b_{m1} Y_{m1} + b_{m2} Y_{m2} \quad (17)$$

$$b_{m1} = (-t^3 + 3t^2 - 3t + 1) / 6$$

$$b_1 = (3t^3 - 6t^2 + 4) / 6$$

$$b_{m1} = (-3t^3 + 3t^2 + 3t + 1) / 6$$

$$b_{m2} = t^3 / 6$$

(但し、 $t$  ( $0 \leq t \leq 1$ ) は格子間隔を1とし、画素X

\*ンタ等の再生手段40とを備えた構成である。

【0044】画像処理装置20は、例えば、画像を出力する印画紙のサイズ(Lサイズ、ポストカードサイズ、A4サイズなど)に適合するように原画像データ Sorg を信号処理するものであり、特に画像の拡大縮小に際して、原画像データ Sorg とはデータ数の異なる補間画像データを補間演算によって算出する本発明の補間演算装置30を内包しているものである。

【0045】ここで本実施形態において使用される原画像データ Sorg は、等間隔の周期でサンプリングされた一方向に配列されたサンプリング点(画素) X<sub>0</sub>, X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>6</sub>, X<sub>7</sub>, X<sub>8</sub>, X<sub>9</sub>... に対応したデジタル画像データ (S<sub>m2</sub>, S<sub>m1</sub>, S<sub>m</sub>, S<sub>m1</sub>, S<sub>m2</sub>...) である。

【0046】画像処理装置20に内包された補間演算装置30は、原画像データ Sorg についてCubic スプライン補間法により補間信号SCを求めるCubic スプライン補間演算手段31と、原画像データ Sorg についてBスプライン補間法により補間信号SBを求めるBスプライン補間演算手段32と、補間信号SCと補間信号SBとの差分値である差分信号ΔS (=SC-SB)を算出する加算手段33と、差分信号ΔSを後述するように補正して補正信号ΔS'を得る補正手段34と、補間信号SCと補正信号ΔS'とを減算して最終的な補間画像データS' (=SC-ΔS')を得る加算手段35とを備えた構成である。

【0047】Cubic スプライン補間演算手段31は、既述のCubic スプライン補間法に従って、原画像データSについての補間信号SCを求める。具体的には、オリジナルのサンプリング点(画素) X<sub>0</sub>~X<sub>m1</sub> 間に設けられた補間点X<sub>p</sub>の補間データY'を表す3次のCubic スプライン補間演算式(16)における補間データY<sub>m1</sub>, Y<sub>1</sub>, Y<sub>m1</sub>, Y<sub>m2</sub>にそれぞれ対応する補間係数c<sub>m1</sub>, c<sub>1</sub>, c<sub>m1</sub>, c<sub>m2</sub>を、下記にそれぞれ示す演算により求める。

#### 【0048】

※同方法に従って、原画像データSについての補間信号SBを求める。具体的には、オリジナルのサンプリング点X<sub>0</sub>~X<sub>m1</sub> 間に設けられた補間点X<sub>p</sub>の補間データY'を表す3次のBスプライン補間演算式(17)における補間データY<sub>m1</sub>, Y<sub>1</sub>, Y<sub>m1</sub>, Y<sub>m2</sub>にそれぞれ対応する補間係数b<sub>m1</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>m1</sub>, b<sub>m2</sub>を、下記にそれぞれ示す演算により求める。

#### 【0049】

、を基準としたときの補間点X<sub>p</sub>の画素X<sub>m1</sub>方向への位置を示す。)

また、実際の画像は画素が2次元に配列されて形成されるため、上記Cubic スプライン補間係数c<sub>m1</sub>, c<sub>1</sub>, c<sub>m1</sub>, c<sub>m2</sub>、およびBスプライン補間係数b<sub>m1</sub>,

$b_{i,j}$ ,  $b_{i+1,j}$ ,  $b_{i+2,j}$  は、それぞれ画像を構成する画素の互いに異なる2つの配列方向 ( $i$  方向、 $j$  方向とする) ごとに求められるものであり、そのように求められたものを、それぞれ  $C_{ij}$ ,  $B_{ij}$  と変換するものとするところがあるものとする。

【0050】ここで、本実施形態の画像再生システムは単に補間画像データ  $S'$  を出力するだけでなく、補間画像データ  $S'$  の配列の間隔を原画像データ  $S_{org}$  の配列間隔と同一になるように拡張することによって、補間画像は原画像を拡大したものとして再生される。

【0051】補正手段34は、補間信号  $SC$  と補間信号  $SB$  との差分値である差分信号  $\Delta S$  の値に基づいて補正信号  $\Delta S'$  を算出するものであり、具体的には図2に示すような補正関数に基づいて補正信号  $\Delta S'$  を算出するものである。すなわち、差分信号  $\Delta S$  の絶対値が  $S1$  より小さい場合には、差分信号  $\Delta S$  の値をそのまま補正信号  $\Delta S'$  の値とし ( $\Delta S = \Delta S'$ )、差分信号  $\Delta S$  の絶対値が  $S1$  より大きくなるのに応じて補正信号  $\Delta S'$  の絶対値を小さくし、さらに絶対値が一定値を超えた場合は補正信号の値を0とするものである。

【0052】ここで、補間信号  $SC$  は上述したCubic スプライン補間法に基づいて算出されているため、鮮鋭度の比較的高いシャープな画像を再生する信号となっており、補間信号  $SB$  は上述したBスプライン補間法に基づいて算出されているため、鮮鋭度は比較的低いが滑らかな画像を再生する信号となっている。このため、補間信号  $SC$  と補間信号  $SB$  との差分値である差分信号  $\Delta S$  においては、画像中のエッジ部分などの鮮鋭度の高い部分においては値が大きく、画像中の滑らかな部分については値が小さいものとなっている。したがって、この差分信号  $\Delta S$  を補正手段34において図2に示す補正関数に基づいて補正することにより、補正信号  $\Delta S'$  は、画像中の鮮鋭度が高い部分については0もしくは低い値となり、画像中の滑らかな部分については鮮鋭度が高い部分よりも大きな値を有するものとなる。

【0053】次に、本実施形態の画像再生システムの作用について説明する。

【0054】まず、画像処理装置20は画像データ記憶装置10に予め記憶されている原画像データ  $S_{org}$  を読み出す。また画像処理装置20は、再生手段40の印刷紙のサイズに応じた拡大画像を表す補間画像データ  $S'$  を得るために、この読み出された原画像データ  $S_{org}$  を画像処理装置20内の補間演算装置30に入力する。

【0055】補間演算装置30に入力された原画像データ  $S_{org}$  は、Cubic スプライン補間演算手段31およびBスプライン補間演算手段32に入力される。Cubic スプライン補間演算手段31、Bスプライン補間演算手段32は、再生手段40の印刷紙のサイズに応じた各補間係数における  $t$  の値を設定する。例えば2倍の拡大率が入力された場合は、 $t$  の値として0.5および1.0が設定され、4倍の

場合は0.25, 0.5, 0.75, 1.0の各値が設定され、10倍の場合は0.1, 0.2, ..., 1.0の各値が  $t$  の値として設定されて各補間信号  $SC$ ,  $SB$  が求められる。Cubic スプライン補間演算手段31において求められた補間信号  $SC$  と、Bスプライン補間演算手段32において求められた補間信号  $SB$  とはそれぞれ加算手段33に入力され、この加算手段33において補間信号  $SC$  と補間信号  $SB$  との差分信号  $\Delta S$  が算出される。算出された差分信号  $\Delta S$  は補正手段34に入力される。

【0056】補正手段34に入力された差分信号  $\Delta S$  は図2に示す補正関数に基づいて補正されて補正信号  $\Delta S'$  が算出される。ここで、差分信号  $\Delta S$  においては、画像中のエッジ部分など鮮鋭度が高い部分においては値が大きく、人物の顔など画像中の滑らかな部分については値が小さいものとなっているため、差分信号  $\Delta S$  を図2に示す補正関数に基づいて補正することにより、補正信号  $\Delta S'$  は、画像中の鮮鋭度が高い部分については0もしくは低い値となり、画像中の滑らかな部分については鮮鋭度が高い部分よりも大きな値を有するものとなる。

【0057】補正手段34において算出された補正信号  $\Delta S'$  は加算手段35に入力され、補間信号  $SC$  と補正信号  $\Delta S'$  との差分値が算出される。ここで、補間信号  $SC$  はCubic スプライン補間法に基づいて算出されているため、図3(a)に示すように鮮鋭度の比較的高いシャープな画像を再生する信号となっているが、画像中の本来滑らかであるべき肌色の部分においては図3(a)の部分Bに示すように写真の粒状等のノイズが目立ったものとなっている。一方、補正信号  $\Delta S'$  は図3(b)に示すように画像中の鮮鋭度が高い部分(図3(a)の部分A)については0もしくは低い値であり、滑らかな部分については鮮鋭度が高い部分よりも大きな値を有するものとなっている。したがって、補間信号  $SC$  から補正信号  $\Delta S'$  を減算することにより得られる補間画像データ  $S'$  は、図3(c)に示すように、補間信号  $SC$  中の鮮鋭度が高い部分Aの値が保存され、本来滑らかであるべき部分Bにおけるノイズが除去されたものとなる。このようにして得られた補間画像データ  $S'$  は再生手段40に入力される。

【0058】再生手段40は入力された補間画像データ  $S'$  に基づいた画像を可視画像として再生する。上述の処理により、この再生された可視画像は、画像中のエッジや細かい模様等の部分については鮮鋭度の比較的高いシャープな画像となっており、人物の肌色などの部分については鮮鋭度は比較的低いが滑らかな画像となっている。したがって、画像中の部分に応じた鮮鋭度を有する画像が再生できるように原画像の拡大縮小を行うことができる。

【0059】次いで、本発明の第2の実施形態について説明する。

【0060】図4は本発明の第2の実施形態による画像

データ補間方法を実施するための補間演算装置30の構成を示す図である。なお、図2においては、図1に示した画像データ記憶装置10、画像処理装置20および再生手段40を省略している。第2の実施形態は、Bスプライン補間演算手段32および加算手段33に代えて、上記Cubicスプライン補間演算式(16)における補間係数 $c_{m1}$ ,  $c_1$ ,  $c_{m1}$ ,  $c_{m2}$ と、Bスプライン補間演算式(17)における補間係数 $b_{m1}$ ,  $b_1$ ,  $b_{m1}$ ,  $b_{m2}$ との差分値を差分補間係数 $d_{m1}$ ,  $d_1$ ,  $d_{m1}$ ,  $d_{m2}$ として算出し、この差分補間係数 $d_{m1}$ ,  $d_1$ ,  $d_{m1}$ ,  $d_{m2}$ に基づいて補間演算を行い、差分補間信号 $\Delta S''$ を得る(Cubic スプライン-Bスプライン)補間演算手段36を備えた点が第1の実施形態と異なるものである。

【0061】ここで、(Cubic スプライン-Bスプライン)補間演算手段36においては、Cubic スプライン補間演算式(16)における補間係数 $c_{m1}$ ,  $c_1$ ,  $c_{m1}$ ,  $c_{m2}$ と、Bスプライン補間演算式(17)における補間係数 $b_{m1}$ ,  $b_1$ ,  $b_{m1}$ ,  $b_{m2}$ との差分値を差分補間係数 $d_{m1}$ ,  $d_1$ ,  $d_{m1}$ ,  $d_{m2}$ として算出し、この差分補間係数 $d_{m1}$ ,  $d_1$ ,  $d_{m1}$ ,  $d_{m2}$ に基づいて補間演算を行っているため、得られる差分補間信号 $\Delta S''$ は、上記第1の実施形態の加算手段33において得られる補間信号SCと補間信号SBとの差分信号 $\Delta S$ と実質的に同一の値となるものである。

【0062】したがって、差分補間信号 $\Delta S''$ を補正手段34において補正して補正信号 $\Delta S'$ を得、加算手段36において補間信号SCと補正信号 $\Delta S'$ との差分値を算出することにより、第1の実施形態と同様に図3(c)に示すように、補間信号SC中の鮮鋭度が高い部分Aの値が保存され、本来滑らかであるべき部分Bにおけるノイズが除去された補間画像データ $S'$ を得ることができる。したがって、この補間画像データ $S'$ を再生手段40において再生することにより、画像中のエッジや細かい模様等の部分については鮮鋭度の比較的高いシャープな画像となり、人物の肌色などの部分については鮮鋭度は比較的低いが滑らかな画像となるため、画像中の部分に応じた鮮鋭度を有する画像が再生できるように原画像の拡大縮小を行うことができる。

【0063】また、第2の実施形態においては、(Cubic スプライン-Bスプライン)補間演算手段36において実質的に第1の実施形態における加算手段33における処理をも同時に行うことができるため、装置の構成を簡易なものとすることができるとともに、演算時間を短縮して高速に処理を行うことができる。

【0064】なお、上記第1および第2の実施形態においては、補正信号 $\Delta S'$ をCubic スプライン補間演算手段31において算出された補間信号SCに対して加算しているが、Bスプライン補間演算手段32において算出された補間信号SBに対して加算するようにしてもよい。この場合、補正手段34において用いられる補正関数として

は、図2に示すものとは逆に、差分信号 $\Delta S$ または $\Delta S''$ の信号値が小さい部分については0もしくは低い値とし、信号値が大きい部分についてはこれよりも大きな値となるような関数とするものである。

【0065】次いで、本発明の第3の実施形態について説明する。

【0066】図5は本発明の第3の実施形態による画像データ補間方法を実施するための補間演算装置30の構成を示す図である。なお、図2においては、図1に示した画像データ記憶装置10、画像処理装置20および再生手段40を省略している。第3の実施形態による補間演算装置30は、原画像データSorgについて公知のLagurange補間法により補間信号SLを求めるLagurange補間演算手段37と、上記第1および第2の実施形態と同様に補間信号SC、SBを算出するCubic スプライン補間演算手段31およびBスプライン補間演算手段32と、補間信号SCと補間信号SBとをそれぞれ補正して補正補間信号SC', SB'を得る補正手段34'と、補正補間信号SC'を補正補間信号SB'により除して除算信号SDを得る除算手段38と、除算信号SDに基づいて補間信号SLを補正するための補正信号SD'を得る演算手段39と、補正信号SD'を補間信号SLに乗じる乗算手段50とを備えた構成である。

【0067】補正手段34'は、図6に示すような補正関数により補間信号SC、SBを補正するものである。すなわち、画像中における信号値が大きい明るい部分については暗い部分よりも視覚的に濃度の差を認識しやすいものであるため、図6に示す補正関数により補間信号SC、SBを補正することにより、より信号値が大きい明るい部分が強調されることとなる。

【0068】除算手段38は、補正補間信号SC'を補正補間信号SB'により除して除算信号SDを得るものである。ここで、補間信号SCは上述したCubic スプライン補間法に基づいて算出されているため、鮮鋭度の比較的高いシャープな画像を再生する信号となっており、補間信号SBは上述したBスプライン補間法に基づいて算出されているため、鮮鋭度は比較的低いが滑らかな画像を再生する信号となっている。このため、除算信号SDは、画像中のエッジ部分などの鮮鋭度の高い部分においては値が1より大きく、画像中の滑らかな部分については値が1程度のものとなっている。

【0069】演算手段39は除算信号SDに基づいて、補間信号SLを補正するための補正信号SD'を得るためのものであり、具体的に補正信号SD'は除算信号SDの値が1に近いほど1よりも小さい値となり、除算信号SDの値が1より大きいほど1よりも大きい値となるように演算手段39において補正信号SD'が演算される。

【0070】次に、第3の実施形態の作用について説明する。

【0071】補間演算装置30に入力された原画像データ

Sorg は、Lagurange 補間演算手段37、Cubic スプライン補間演算手段31およびBスプライン補間演算手段32に  
入力される。Lagurange 補間演算手段37においてはLagu-  
range 補間法に基づいて補間信号SLが算出される。Cu-  
bic スプライン補間演算手段31およびBスプライン補間  
演算手段32においては上記第1の実施形態と同様に補間  
信号SC、SBが算出される。補間信号SC、SBはそれ  
ぞれ補正手段34' に入力され、図6に示す補正関数に  
基づいて補正されて補正補間信号SC'、SB' が算出  
される。補正補間信号SC'、SB' は除算手段38に入  
力され、除算信号SD (=SC' /SB' が算出され  
る。ここで、除算信号SDにおいては、画像中のエッジ  
部分などの鮮鋭度の高い部分においては値が1より大き  
く、画像中の滑らかな部分については値が1程度となっ  
ている。除算信号SDは演算手段39に入力され、ここで  
画像中のエッジ部分などの鮮鋭度の高い部分においては  
値が1より大きく、画像中の滑らかな部分については値  
が1より小さい補正信号SD' が算出される。

【0072】補正信号SD' は乗算手段50において補間  
信号SLに乘算される。ここで、補間信号SLは鮮鋭度  
が高くもなく低くもない画像を再生するものであるが、  
補正信号SD' が乗算されることにより、滑らかな部分  
は信号値が小さくなり、本来鮮鋭度が比較的高い部分  
は信号値が大きくなるように補正される。したがって、補  
間信号SLに補正信号SD' を乗算することにより得ら  
れる補間画像データS' は、補間信号SL中の本来滑ら  
かであるべき部分の値が低減され、鮮鋭度が高い部分の  
値が強調されたものとなる。そしてこのようにして得ら  
れた補間画像データS' は再生手段40に入力された可視  
像として再生される。

【0073】このように第3の実施形態においても、再  
生手段40において再生される可視画像は、画像中のエッ  
ジや細かい模様等の部分については鮮鋭度の比較的高い  
シャープな画像となっており、人物の肌色などの部分に  
ついては鮮鋭度は比較的低いが滑らかな画像となってい  
るため、画像中の部分に応じた鮮鋭度を有する画像が再  
生できるように原画像の拡大縮小を行うことができる。

【0074】なお、上記第3の実施形態においては、補

$$R=Y+C2$$

$$G=Y-0.194 \times C2 -0.509 \times C2$$

$$B=Y+C1$$

ここで、強調Cubic スプライン補間演算手段31' および  
強調Bスプライン補間演算手段32' においては、例えば  
特開平9-93426号公報に記載されているように、  
上述した補間係数 $c_{m1}$ 、 $c_1$ 、 $c_{m2}$ 、 $c_{m3}$ および  
補間係数 $b_{m1}$ 、 $b_1$ 、 $b_{m2}$ 、 $b_{m3}$ を、次式(20)

$$\begin{aligned} \sim (23) \text{ にしたがって、原画像データ } Y_{m1}, Y_1, Y \text{ ※} \\ a_{m1} &= (1-\alpha) c_{m1} + \alpha b_{m1} \\ &= \{ (2\alpha-3) t^3 - (3\alpha-6) t^2 \\ &\quad -3t + \alpha \} / 6 \end{aligned}$$

\* 正手段34' において補間信号SC、SBに対して図6に  
示す補正関数により補正を行うようにしているが、原画  
像データSorg に対してまずこの補正関数により補正を  
行い、その後Cubic スプライン補間演算手段31およびB  
スプライン補間演算手段32において補間演算を行うよう  
にしてもよい。また、この補正を行わなくてもよいもの  
である。

【0075】次いで、本発明の第4の実施形態について  
説明する。

【0076】図7は、本発明の第4の実施形態による画  
像データ補間方法を実施するための補間演算装置30の構  
成を示す図である。なお、図7においては、図1に示し  
た画像データ記憶装置10、画像処理装置20および再生手  
段40を省略している。第4の実施形態による補間演算装  
置30は、特にカラーの原画像データSorg に対して処理  
を行うものであり、原画像データSorg の各画素データ  
を表すRGBの色信号を下記式(18)に従って、YCC  
輝度色差信号に変換する第1の変換手段51と、

$$Y=0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$$

$$C1=-0.299 \times R - 0.587 \times G + 0.886 \times B$$

$$C2=0.701 \times R - 0.587 \times G - 0.114 \times B \quad (18)$$

変換手段51により得られたYCC輝度色差信号のうち輝  
度信号Yについて強調Cubic スプライン補間法により補  
間輝度信号YCを求める強調Cubic スプライン補間演算  
手段31' と、輝度信号Yについて強調Bスプライン補間  
法により補間輝度信号YBを求める強調Bスプライン補  
間演算手段32' と、色差信号C1およびC2についてB  
スプライン補間法により補間色差信号C1B、C2Bを  
求めるBスプライン補間演算手段32と、補間輝度信号Y  
Cと補間輝度信号YBとの差分値である差分信号ΔYを  
算出する加算手段33' と、上述した第1の実施形態と同  
様に差分信号ΔYを補正して補正信号ΔY' を得る補正  
手段34' と、補間輝度信号YCから補正信号ΔY' を減  
算して補間輝度画像データY' を得る加算手段35' と、  
YCC輝度色差信号を下記式(19)に従って、RGB色  
信号に変換する第2の変換手段52とを備えた構成であ  
る。

【0077】

(19)

※ $c_{m1}$ 、 $Y_{m1}$ に対応することに重み付けして加算して補  
間係数 $a_{m1}$ 、 $a_{m2}$ 、 $a_1$ 、 $a_{m1}$ 、 $a_{m2}$ を決定  
し、この補間係数 $a_{m1}$ 、 $a_{m2}$ 、 $a_1$ 、 $a_{m1}$ 、 $a_{m2}$ 、 $a_{m3}$   
に基づいて補間演算を行うものである。

【0078】

(20)



19

$$\begin{aligned} a_1 &= (1-\alpha) c_1 + \alpha b_1 \\ &= \{ (9-6\alpha) t^3 + (9\alpha-15) t^2 \\ &\quad + (6-2\alpha) \} / 6 \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} a_{w1} &= (1-\alpha) c_{w1} + \alpha b_{w1} \\ &= \{ (6\alpha-9) t^3 - (9\alpha-12) t^2 \\ &\quad + 3t + \alpha \} / 6 \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} a_{w2} &= (1-\alpha) c_{w2} + \alpha b_{w2} \\ &= \{ (3-2\alpha) t^3 + (3\alpha-3) t^2 \} / 6 \end{aligned} \quad (23)$$

そして、強調Cubic スプライン補間演算手段31' においては、係数 $\alpha$ の値を0よりも小さい値とすることにより、通常のCubic スプライン補間法により得られる画像よりも、一層鮮鋭度の高いシャープな補間画像を得ることができ、強調Bスプライン補間演算手段32' においては、係数 $\alpha$ の値を1よりも大きい値とすることにより、通常のBスプライン補間法により得られる画像よりも、さらに滑らかな鮮鋭度の補間画像を得ることができるものである。

【0079】次に、第4の実施形態の作用について説明する。

【0080】原画像データSorg は、まず第1の変換手段51に入力され、R、G、Bの各色信号は前述の式(18)により輝度色差信号YCCに変換される。その後、輝度信号Yは強調Cubic スプライン補間演算手段31' および強調Bスプライン補間演算手段32' に入力され、色差信号C1およびC2はBスプライン補間演算手段32に入力される。

【0081】強調Cubic スプライン補間演算手段31' および強調Bスプライン補間演算手段32' においては、輝度信号Yに対して上述した式(20)～(23)により求められた補間係数 $a_{w1}$ 、 $a_1$ 、 $a_{w2}$ 、 $a_{w3}$ および係数 $\alpha$ に基づいて補間演算が行われ補間輝度信号YC、YBが得られる。一方、Bスプライン補間演算手段32においては、上記第1の実施形態と同様にBスプライン補間法に基づき補間演算が行われ、補間色差信号C1B、C2Bが得られる。

【0082】補間輝度信号YC、YBは加算手段33'、補正手段34' および加算手段35' において上記第1の実施形態と同様に演算が行われ、補間輝度画像データY' が得られる。補間輝度信号Y' と、補間色差信号C1BおよびC2Bはそれぞれ第2の変換手段52に入力され、この第2の変換手段52において前述の式(19)により補間色信号R'、G'、B'に変換される。

【0083】この補間演算装置30において得られた補間色信号R'、G'、B'は補間画像データS'における各色信号であり、補間画像データS'は再生手段40に入力されて可視像として再生される。

【0084】このように第4の実施形態においては、輝度信号Yに対して上記第1の実施形態と同様の補間演算を行うことにより、輝度信号Yについては画像中のエッジや細かい模様等の部分が鮮鋭度の比較的高いシャープ

20

な画像となり、人物の肌色などの部分が鮮鋭度は比較的低いが滑らかな画像となる。一方、色差信号C1、C2については滑らかな画像となる。このため、従来、鮮鋭度重視の補間方法によりRGB各色信号についてそれぞれ補間色信号を求めていたために生じた、データ補間後の可視画像における各画素での異なる方向および異なる量の色相ずれを生じることがなくなる。一方、人間の視覚は輝度信号に対して非常に敏感であるが、色差信号についてはそれほど敏感ではないものであるため、画像の鮮鋭度は輝度変化に依存するものである。第4の実施形態においては、輝度信号に対しては輝度信号に対して上記第1の実施形態と同様の補間演算を行うことにより、最終的に得られた補間画像データS'を再生することにより得られた画像について、エッジや細かい模様等の部分については鮮鋭度の比較的高いシャープなものとすることができるとともに、人物の肌色などの部分については鮮鋭度は比較的低いが滑らかなものとすることができる。

【0085】なお、上記第4の実施形態においては、強調Cubic スプライン補間演算手段31' および強調Bスプライン補間演算手段32' により輝度信号Yに対して補間演算を行っているが、上記第1の実施形態と同様のCubic スプライン補間演算手段31およびBスプライン補間演算手段32により補間演算を行ってもよく、第2の実施形態あるいは第3の実施形態と同様に補間演算を行ってもよいものである。

【0086】また、上記第1から第3の実施形態においては、Cubic スプライン補間演算手段31およびBスプライン補間演算手段32あるいは(Cubic スプライン-Bスプライン)補間演算手段36により補間演算を行っているが、第4の実施形態のように強調Cubic スプライン補間演算手段31' および強調Bスプライン補間演算手段32' により原画像データSorg に対して補間演算を行ってもよい。

【0087】さらに、上記第4の実施形態においては、補正輝度信号 $\Delta Y'$ を強調Cubic スプライン補間演算手段31' において算出された補間輝度信号YCに対して加算しているが、強調Bスプライン補間演算手段32' において算出された補間輝度信号YBに対して加算するようにしてもよい。

【0088】また、第4の実施形態においては、輝度色差空間における信号としてYCC輝度色差信号を用いた

が、Lab, Luv等で表される輝度色差信号を用いてもよい。

【0089】なお、本実施形態においては、補間演算装置30は、画像データ記憶装置10に予め記憶された原画像データSorgを用いるものについて説明したが、本発明の補間演算装置はこの形態に限るものではなく、画像読取装置により読み取って得られた、画像を表す画像データを用いる形態であってもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による画像データ補間装置を内包する画像再生システムを示すブロック図

【図2】補正関数を示すグラフ

【図3】第1の実施形態の加算手段35において行われる処理を説明するための図

【図4】本発明の第2の実施形態による画像データ補間装置の構成を示すブロック図

【図5】本発明の第3の実施形態による画像データ補間装置の構成を示すブロック図

【図6】第3の実施形態において用いられる補正関数を示すグラフ

【図7】本発明の第4の実施形態による画像データ補間装置の構成を示すブロック図

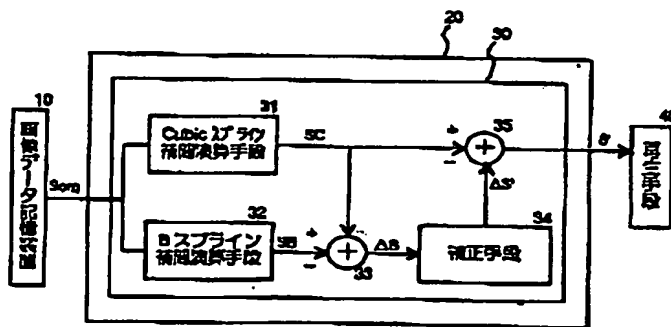
\*

\*【図8】従来の、等間隔の周期でサンプリングされた一方向に配列されたサンプリング点（画素）の原画像データからCubic スプライン補間演算により補間画像データを求める作用を説明するグラフ

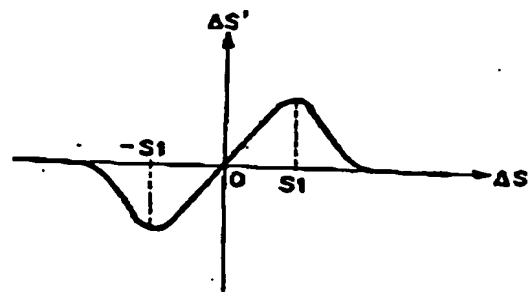
#### 【符号の説明】

- 10 画像データ記憶装置
- 20 画像処理装置
- 30 補間演算装置
- 31 Cubic スプライン補間演算手段
- 31' 強調Cubic スプライン補間演算手段
- 32 Bスプライン補間演算手段
- 32' 強調Bスプライン補間演算手段
- 33, 35 加算手段
- 34 補正手段
- 36 (Cubic スプライン-Bスプライン) 補間演算手段
- 37 Lagrange 補間演算手段
- 38 除算手段
- 39 演算手段
- 40 再生手段
- 50 乗算手段

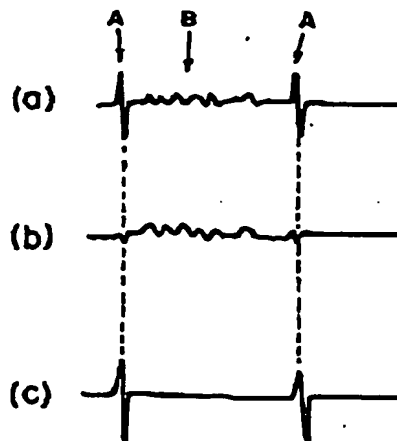
【図1】



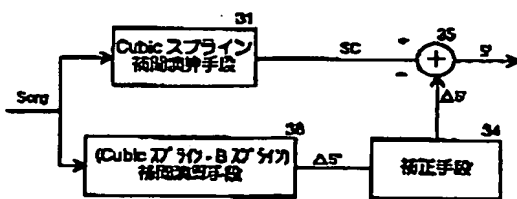
【図2】



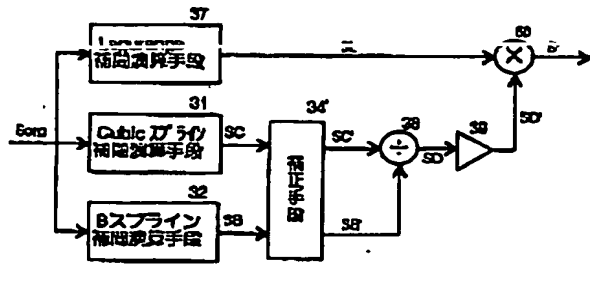
【図3】



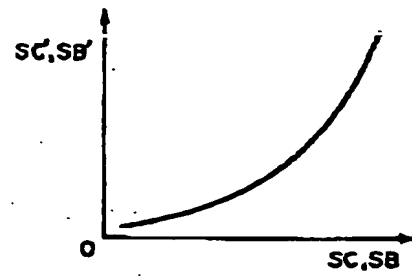
【図4】



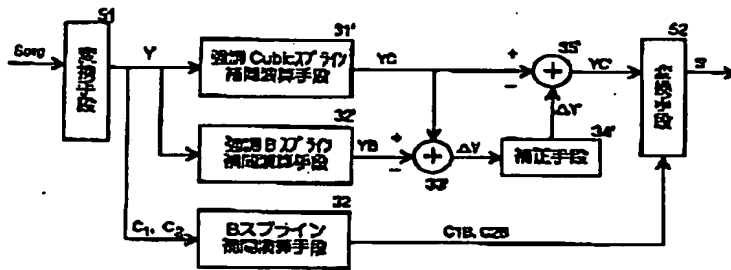
【図6】



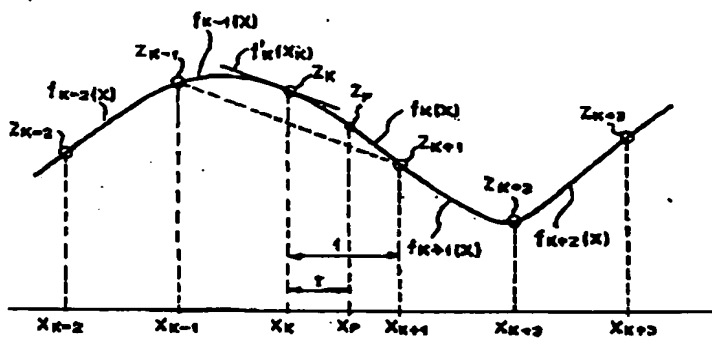
【図6】



【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**